

RANCANG BANGUN OPTIMASI SEL SURYA MENGGUNAKAN TRANSISTOR 2N3055 BEKAS BERBASIS ATMEGA 16

Oleh: Taufiq Roisy Hidayat
NIM : 09507131008

ABSTRAK

Tujuan dari pembuatan rancang bangun optimasi sel surya menggunakan transistor 2N3055 bekas berbasis mikrokontroler ATmega 16 adalah sebagai pengganti sel surya untuk sumber energi listrik menggunakan sampah elektronik dengan menggunakan pengarah sel surya. Pembuatan alat ini juga untuk mengetahui unjuk kerja dari komponen-komponen yang digunakan sebagai penyusun utama dari alat ini. Rancang bangun optimasi sel surya menggunakan transistor 2N3055 bekas berbasis mikrokontroler ATmega 16 menggunakan sensor cahaya (LDR) sebagai pendeteksi adanya sinar matahari, dan motor *servo* untuk menggerakkan transistor agar dapat menerima cahaya matahari yang maksimal. Alat ini bekerja apabila sensor cahaya (LDR) mendeteksi adanya cahaya dan kemudian akan menjalankan motor *servo* yang digunakan untuk menggerakkan transistor agar dapat menghasilkan tegangan. Metode yang digunakan dalam rancang bangun optimasi sel surya menggunakan sampah elektronik berbasis mikrokontroler ATmega 16 ini adalah metode eksperimental, dengan metode ini didapatkan teknik perancangan yang terdiri dari beberapa tahap yaitu (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Analisis Kebutuhan, (3) Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, (4) Pembuatan alat, (5) Pengujian Alat dan (6) Pengoperasian Alat. Perangkat keras terdiri dari (1) Sistem minimum ATmega16 sebagai pengendali utama, (2) LDR sebagai sensor cahaya yang digunakan untuk mencari cahaya yang maksimal, (3) motor *servo* digunakan sebagai penggerak transistor (4) LCD sebagai penampil arah dan sudut dari tujuan motor *servo*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa alat rancang bangun optimasi sel surya menggunakan transistor 2N3055 bekas berbasis mikrokontroler ATmega 16 ini dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang dirancang. Hal tersebut ditunjukkan bahwa transistor dapat menghasilkan tegangan sebesar 5,6 Vdc, dan arus sebesar 0,00028 A sudah melebihi dari yang diharapkan yaitu tegangan 5,0 Vdc dan arus 0,00025A.

Kata kunci : Sensor cahaya LDR, ATmega16, Motor *servo*, Transistor 2N3055, Sel surya

Pendahuluan

Masalah energi tampaknya akan menjadi topik yang hangat sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil (batubara dan minyak) masih tetap ramai dibicarakan. Ada beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas. Di antaranya adalah energi surya, angin dan perbedaan suhu air laut. Di masa yang akan datang, dengan adanya kebutuhan energi yang makin besar, penggunaan sumber energi listrik yang beragam tampaknya tidak bisa dihindari.

Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi menimbulkan pencemaran udara yang bisa mengakibatkan masalah kesehatan. Hal ini terjadi karena batubara dan minyak yang merupakan sumber energi fosil dalam pembakarannya melepaskan Karbondi Oksida (CO_2) dan Sulfurdi Oksida (SO_2) yang menyebabkan pencemaran udara seperti hujan asam dan pemanasan global. (Angriawan Dimasoky : 2010)

Pencemaran lingkungan tidak hanya ditimbulkan oleh penggunaan energi fosil saja tetapi sampah elektronik. Akibat dampak dari pesatnya perkembangan teknologi juga sangat merugikan lingkungan. Salah satu masalah lainnya adalah banyaknya sampah elektronik yang berasal dari barang-barang elektronik yang telah rusak, maupun tidak dipakai lagi oleh

penggunanya. Sampah tersebut memiliki potensi bahaya karena kandungan logam berat yang dimilikinya. (Angriawan Dimasoky : 2010)

Oleh karena itu, inovasi yang berjudul “rancang bangun optimasi sel surya menggunakan transistor 2N3055 bekas berbasis mikrokontroler ATmega 16” hadir untuk mengatasi masalah krisis energi dan sampah elektronik. Sel surya yang merupakan pengubah sinar matahari menjadi energi listrik, pada dasarnya identik dengan piranti semikonduktor.

Melihat faktor-faktor yang telah dijabarkan sebelumnya maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah, yaitu bagaimana merancang *hardware* optimasi sel surya menggunakan Transistor 2N3055 bekas berbasis Mikrokontroler ATmega 16. Bagaimana menggunakan *software* optimasi sel surya menggunakan Transistor 2N3055 bekas berbasis Mikrokontroler ATmega 16.

Gelombang elektromagnet yang terlihat oleh panca indera manusia adalah cahaya dengan panjang gelombang berkisar pada 300 - 700 nm (nanometer). Gelombang dengan panjang gelombang di atas 700 nm berada pada daerah inframerah dan dibawah 300 nm merupakan daerah ultraviolet. Cahaya merupakan kumpulan foton yang mempunyai energi yang bisa dimanfaatkan dan sebagian lagi di ubah menjadi

cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas dilakukan oleh gelombang elektromagnetik dengan kecepatan 3×10^8 m/detik (Sumber : Beisser Arthur : 1968).

penerangan, walaupun perubahannya tidak terlalu signifikan.

Jumlah energi radiasi yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu arah tertentu di sebut intensitas cahaya (I) dengan satuan candela (cd). Jika intensitas cahaya suatu sumber sebesar 1 cd melalui sudut ruang sebesar 1 steradian maka akan mengalir fluks cahaya sebesar 1 lumen.

Hal ini dinyatakan dengan :

$$I = \frac{F}{\theta} \dots (candela)$$

Dimana :

I = intensitas cahaya (cd)

F = fluks cahaya (lumen)

θ = sudut ruang (strd)

Fluks cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya ialah seluruh jumlah cahaya yang dipancarkan dalam satuan detik. Jika sebuah lampu pijar ditempatkan pada reflektor, maka cahayanya akan diarahkan, tetapi jumlah atau fluksnya tetap. Dan jika lampu pijar ini ditempatkan di titik tengah bola dengan jari-jari 1 m, memancarkan cahaya dengan $I = 1$ cd ke segala arah, maka fluks cahaya dalam 1 strd akan sama dengan 1 lumen. Intensitas penerangan dipermukaan bola yang dibatasi oleh sudut ruang 1 strd akan sama dengan 1 lux. Sumber cahaya yang ditempatkan di titik tengah bola tersebut di lingkupi oleh 4 I lumen, maka $\Phi = 4$ lumen. (Sumber : Beisser Arthur : 1968).

Suatu sumber cahaya memancarkan cahaya ke semua arah, tetapi energi radiasinya tidak merata karena juga dipengaruhi oleh sudut

Intensitas penerangan (iluminasi) di suatu bidang ialah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m^2 Dari bidang tersebut, dengan satuan lux. Jika suatu bidang di terangi. F lumen seluas $A \text{ m}^2$, Maka :

$$I_{avg} = \frac{F}{A}$$

Dimana :

I_{avg} = Intensitas Penerangan rata – rata

A = Luas bidang yang diterangi (m^2)

Cara kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan piranti semikonduktor dioda. Ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor, terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan jumlah gaya-gaya pada bahan. Gaya tolak antar bahan semi-konduktor, menyebabkan aliran medan listrik (efek fotovoltaiik) dan menyebabkan elektron dapat disalurkan ke saluran awal dan akhir untuk digunakan pada instrumen.

Semua sel surya memerlukan cahaya untuk menyerap foton-foton ke dalam struktur sel sehingga menghasilkan elektron-elektron via efek fotovoltaiik. Pada bagian silikon tipe-n, elektron sebagai pembawa arus, sedangkan di silikon tipe-p, lubang merupakan pembawa arus.

Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah absorber (penyerap), meskipun demikian, masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya.

Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik yang secara spectrum radiasi panas matahari mempunyai. panjang gelombang 10⁻⁷ s/d 10⁻⁵, frekuensi 10¹⁴ s/d 10¹⁵ Hz dan energi foton 10⁻¹ s/d 10¹ eV. Oleh karena itu absorber disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin solar radiation yang berasal dari cahaya matahari (Beisser, 1968). Energi panas matahari hanya tersedia 10 – 11 jam per hari. Sel surya merupakan suatu bahan semikonduktor, yang mengabsorpsi energi cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik, melalui 3 tahapan, yaitu :

- Absorpsi cahaya matahari oleh material semikonduktor
- Membangkitkan dan memisahkan daerah bebas positif dan negatif dari sel surya sehingga menghasilkan beda potensial.
- Mentransfer hasil pemisahan melalui terminal listrik ke beban berupa arus listrik.

Tentu saja agar efisiensi dari sel surya bisa tinggi maka foton yang berasal dari sinar matahari harus bisa diserap yang sebanyak banyaknya, kemudian memperkecil refleksi dan rekombinasi serta memperbesar konduktivitas dari bahannya. Untuk bisa membuat agar foton yang diserap dapat sebanyak banyaknya, maka absorber harus memiliki energi pembebas

elektron dengan range yang lebar, sehingga memungkinkan untuk bisa menyerap sinar matahari yang mempunyai energi yang bermacam – macam tersebut. (Sumber : Beisser Arthur : 1968).

Transistor tipe 2N3055 digunakan sebagai pengganti sel surya, karena termasuk kedalam bahan semikonduktor dan didalam transistor terdapat bahan jenis silicon seperti bahan dasar sel surya pada umumnya. 1 transistor 2N3055 dapat menghasilkan tegangan $\pm 0,5$ dan arus sebesar $\pm 0,0001$ A. Agar mendapatkan tegangan dan arus yang besar maka transistor dipasang secara seri-paralel, yang berlandaskan hukum “Kirchoff I dan Kirchoff II” tentang arus dan tegangan. Hukum kirchoff tentang Seri Berdasarkan hukum Kirchoff I ”jumlah kuat arus listrik yang masuk ke suatu titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan tersebut”.

$$I_{\text{total}} = I_{\text{tr}1} + I_{\text{tr}2} + \dots + I_{\text{tr}n}$$

Keterangan :

$I_{\text{tr}1}$ = arus yang dihasilkan transistor pertama

$I_{\text{tr}2}$ = arus transistor kedua

$I_{\text{tr}n}$ = arus yang dihasilkan transistor ke-n

I_{total} = arus total

Sambungan paralel memiliki keuntungan arus menjadi lebih besar namun tegangan yang dihasilkan kecil. Pada alat ini transistor dicoba dipasang secara paralel dengan hasil tegangan 3,5 Vdc dengan arus 0,00019 A.

Hukum kirchoff tentang tegangan

Berdasarkan hukum Kirchoff II “Didalam suatu rangkaian tertutup jumlah aljabar gaya gerak listrik dengan penurunan tegangan sama dengan nol”

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n - E = 0 \text{ atau } E = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Keterangan

V_1 = tegangan yang dihasilkan transistor pertama

V_2 = tegangan yang dihasilkan transistor kedua

V_n = ke n

E = tegangan total

Sambungan seri memiliki keuntungan tegangan menjadi lebih besar namun arus yang dihasilkan kecil. Dengan berlandaskan hukum kirchoff II transistor jengkol dipasang secara seri, menghasilkan tegangan 5,1 Vdc dengan arus 0,00010 A.

Dari kelebihan serta kekurangan sambungan seri dan paralel maka penggabungan transistor ada dua macam yaitu pertama jika arus listrik ingin bertambah maka disusun paralel, sedangkan jika tegangan listrik ingin bertambah menggunakan susunan seri. (Sumber : Halliday dan Resnick : 1991)

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu chip. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa pin masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard.

Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnya

Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam chip yang sama dengan prosesornya.

Fitur yang tersedia pada ATmega 16 adalah :

- Frekuensi clock maksimum 16 MHz
- Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam PortA, PortB, PortC dan PortD
- Analog to Digital Converter 10 bit sebanyak 8 input
- Timer/Counter sebanyak 3 buah
- CPU 8 bit yang terdiri dari 32 register
- Watchdog Timer dengan osilator internal
- SRAM sebesar 512 byte
- Memori Flash sebesar 16 Kbyte dengan kemampuan read while write
- Interrupt internal maupun eksternal
- Port komunikasi SPI
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
- Analog Comparator

- Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps (Sumber : Widodo Budiharto :2004)

Motor Servo terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, sebuah potensiometer, sebuah output shaft dan sebuah rangkaian kontrol elektronik. Biasanya, motor servo berbentuk kotak segi empat dengan sebuah output shaft motor dan konektor dengan 3 kabel yaitu power, kontrol dan ground. Gear motor servo ada yang terbuat dari plastic, metal atau titanium. Didalam motor servo terdapat potensiometer yang digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer tersebut dihubungkan dengan output shaft untuk mengetahui posisi aktual shaft.

Ketika motor dc berputar, maka output shaft juga berputar dan sekaligus memutar potensiometer. Rangkaian kontrol kemudian dapat membaca kondisi potensiometer tersebut untuk mengetahui posisi aktual shaft. Jika posisinya sesuai dengan yang diinginkan, maka motor dc akan berhenti. Sudut operasi motor servo (*Operating Angle*) bervariasi tergantung jenis motor servo.

(Sumber : Abdurrahman Fikri : 2011)

LDR adalah sebuah resistor yang nilainya selalu berubah ubah sesuai dengan intensitas

Konsep Rancangan

Rancangan ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan / struktur kerja dari alat ini dan mengetahui kelayakannya. Rancang bangun optimasi sel surya menggunakan Transistor 2N3055 bekas dirancang melalui tahapan :

cahaya yang diterima. LDR akan mempunyai hambatan yang besar ketika intensitas cahaya yang diterima kecil atau cahayanya redup, sedangkan LDR akan mempunyai hambatan yang kecil bila intensitas cahaya yang di terima besar atau terkena cahaya terang.

Untuk mengarahkan kedudukan transistor 2N3055 agar selalu tegak lurus dengan matahari perlu sebuah sensor untuk mendeteksi berapa derajat simpangan matahari terhadap sumbu tegak lurus dari kedudukan transistor, maka dari itu sensor LDR di tempatkan pada kedudukan yang berbentuk setengah lingkaran berjumlah 8 buah LDR dan pada LDR diberi sebuah pelindung yang berbentuk pipa agar hanya salah satu LDR yang terkena cahaya matahari secara langsung.

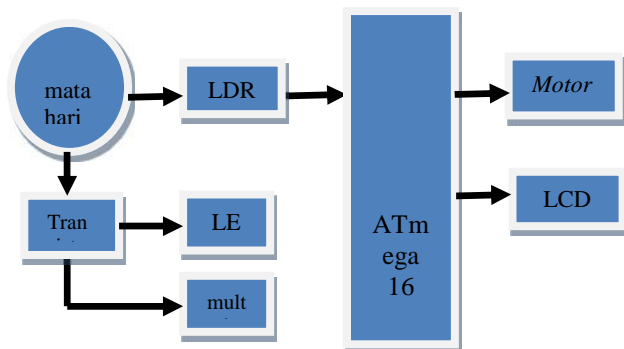
Dengan pemasangan secara setengah lingkaran LDR saja yang terkena cahaya matahari secara langsung, jadi hanya ada satu LDR yang nilai hambatannya paling kecil yang menunjukkan arah matahari pada saat itu. Karena mikrokontroler tidak dapat mengolah secara langsung nilai hambatan maka terlebih dahulu nilai hambatan dikonversi menjadi nilai tegangan setelah itu barulah mikrokontroler dapat mengolahnya. Pada intinya sensor ini membaca sudut persimpangan matahari.

(<http://diary.mybustanoel.wordpress.com>)

analisis kebutuhan, desain blok diagram dan pengujian alat.

Desain diagram blok terdiri dari blok *input* disini yaitu matahari sebagai sumber energi panas, ldr digunakan untuk mendeteksi cahaya matahari dan kemudian menggerakkan servo diproses disistem mikrokontroler. Mikrokontroler ATmega16 Sistem kontrol yang

digunakan adalah sistem mikrokontroler ATmega16 dengan rancang bangun yang



Gambar 1. Diagram Blok Rancang Bangun optimasi sel surya

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian alat ini dilakukan dengan dua pengujian, yaitu :

1. Uji fungsional

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap blok-blok alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing blok. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan memastikan setiap blok-blok alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, agar pada saat perakitan tidak terjadi kendala.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian dilakukan dengan menguji alat yang sudah jadi berdasarkan fungsinya. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya atau tidak.

Hasil dan Pembahasan

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui kinerja alat. Hasil Pengujian Pengukuran yang dilakukan guna membuktikan bahwa transistor

disesuaikan kebutuhan alat.

2N3055 bekas dapat menghasilkan tegangan dan arus dan bisa dijadikan alternatif lain untuk membuat sel surya dari bahan *siicon*.

Table 1. pengujian transistor

No	Hari /gl Bln /thn	Tegangan (Vdc) dan Arus (A) Yang Dihasilkan									
		Jam 10.00		Jam 11.00		Jam 12.00		Jam 13.00		Jam 14.00	
		Teg	Arus	Teg	Arus	Teg	Arus	Teg	Arus	Teg	Arus
1	Senin 1 Jan 2013	5,3	0,00024	5,4	0,00025	5,6	0,00027	5,6	0,00028	5,6	0,00026
2	Selasa 2 Jan 2013	5,2	0,00022	5,3	0,00023	5,4	0,00028	5,5	0,00028	5,4	0,00028
3	Rabu 3 Jan 2013	5,4	0,00025	5,5	0,00026	5,7	0,00028	5,7	0,00028	5,5	0,00025
Rata - rata		5,3	0,00023	5,4	0,00024	5,6	0,00028	5,6	0,00028	5,5	0,00026

Pembahasan

1. Perangkat keras (*Hardware*)

a. *Power Supply*

Power supply adalah sumber daya yang digunakan untuk memasok tegangan pada semua komponen yang terdapat pada alat. *Power supply* disini terdiri dari trafo, diode, kapasitor dan regulator 7805. *Power supply* pada alat ini menghasilkan tegangan 5 Volt. Dengan tegangan tersebut sudah bisa memasok semua komponen yang digunakan pada alat.

(<http://www.transiskom.com>)

b. LDR

Sensor cahaya (LDR) dapat mendeteksi adanya sinar matahari atau cahaya yang diterima. Apabila LDR menerima cahaya secara otomatis mikrokontroler atmega 16 mengkonversi dan menggerakkan motor servo .

(<http://diary.mybustanoel.wordpress.com>)

c. LCD

LCD dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Itu semua ditunjukkan LCD mampu menampilkan karakter-karakter yang diperintahkan oleh mikro diantaranya mampu menampilkan sudut dan sensor yang dituju

d. Sistem mikrokontroler ATmega 16

Sistem mikrokontroler ATmega 16 adalah gabungan dari beberapa komponen yang difungsikan sebagai pengendali pada alat ini. Gabungan dari beberapa komponen ini disebut juga sistem minimum. Ada beberapa faktor pertimbangan mengapa pada alat ini menggunakan ATmega 16, diantaranya: harganya murah, banyak dipasaran, dan sudah memenuhi yang dibutuhkan oleh alat. Sistem mikrokontroler ATmega 16 ini sudah bisa memproses data perintah dan menerjemahkan perintah tersebut untuk dijadikan gerakan pada motor servo sebagai penggerak dari dudukan transistor. Ini menunjukkan sistem pada mikrokontroler ATmega 16 sudah bisa beroperasi dengan baik. (Sumber : Widodo Budiharto :2004)

e. Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Pada alat ini menggunakan motor servo jenis *power*

prodengan metal gear. Tegangan kerja pada motor servo adalah 5 Volt, namun dari hasil pengukuran tegangan pada alat yaitu 4.98 Volt. Ini menunjukkan terjadinya *internal tesistance* pada sistem minimum sebesar 4 %. Meskipun demikian motor servo sudah mampu menggerakkan dudukan transistor 2N3055. (Sumber : Abdurrahman Fikri : 2011)

2. *Software* (perangkat lunak)

Agar dudukan transistor 2N3055 dapat bergerak memerlukan beberapa *software* supaya alat dapat bekerja dengan baik diantaranya, perangkat lunak atau *software* pada alat ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman C, dengan memfungsikan *compiler Code Vision AVR*. Dengan menggunakan *software CVAVR* yang diterapkan pada pembuatan rancang bangun ini dapat berfungsi dengan baik dibuktikan dengan algoritma dan berjalannya alat sesuai konsep yang telah diterapkan. (Sumber : Widodo Budiharto :2004)

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap rancang bangun optimasi sel surya menggunakan transistor 2N3055 bekas berbasis mikrokontroler ATmega16 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perangkat keras Rancang Bangun Optimasi Sel Surya Menggunakan Sampah Elektronik Berbasis Mikrokontroller ATmega16 dapat diwujudkan dengan menggabungkan beberapa komponen dan

rangkaian, diantaranya : rangkaian catu daya, sensor LDR, Motor *servo* dan rangkaian *output* (LCD). Setiap elemen tersebut disatukan oleh mikrokontroller ATmega16 sebagai pusat kendali.

2. Dari hasil pengujian transistor jengkol secara langsung terhadap sinar matahari dengan menggunakan beban lampu led dihasilkan tegangan sebesar 5,6 vdc dan menghasilkan arus sebesar 0,00028 A pada saat cuaca tidak mendung, sedangkan pada cuaca mendung menghasilkan tegangan sebesar 4,8 vdc dan arus 0,00017 A. Pada pengujian sensor cahaya, sensor yang

digunakan LDR dan menggunakan 8 buah sensor, dari ke-8 sensor tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Dengan dibuktikan sensor dapat mencari cahaya matahari yang paling maksimal. Dan untuk pengujian motor *servo* akan bergerak sesuai dengan sensor LDR yang terkena cahaya matahari dan LCD sebagai *output* akan menampilkan data sudut dan posisi sensor.

Daftar Pustaka

1. Abdurrahman Fikri. 2011. Motor Servo. Di ambil 12 desember 2012 dari <http://fikri4share.com/2011/12/motor-servo.html>
2. Angriawan Dimasoky. (2010). Perancangan desain optimasi sel surya menggunakan sampah elektronik berbasis mikrokontroller. Surabaya: Institute Sepuluh November
3. Anonim : <http://diary.mybustanoel.wordpress.com>
4. Anonim : <http://www.transiskom.com>
5. Beisser Arthur. (1968). *Konsep Fisika Modern*, Erlangga, Jilid I Edisi II, Jakarta.
6. Budiharto Widodo. (2004). *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler* Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo
7. Halliday dan Resnick. (1991). *Fisika Jilid II*. Jakarta : Erlangga.

Penguji

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a horizontal line and a vertical stroke.

Drs. Slamet, M.Pd
NIP.19510303 197803 1 004

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'D' followed by a horizontal line and a vertical stroke.

Drs. Djoko Santoso, M.Pd
NIP. 19580422 198403 1 002